Vol.12, No.2, Summer 2023, pp.81-100 ISSN (Print):2322-1682 ISSN (Online):2383-3076

Journal of Geography and Environmental Hazards

RESEARCH ARTICLE DOI: 10.22067/geoeh.2022.76710.1230 Open access

Spatial Analysis of Migration and Drought in Iran using Hot Spot Analysis and Standardized Precipitation Index

Ali Azizi[a*], Rasoul Sadeghi[b]

[a]*Assistant Professor, National Institute for Population Research (NIPR), Tehran, Iran*
[b]*Associate Professor, Department of Demography, University of Tehran and Community Based Participatory Research Center, Tehran University of Medical Sciences Tehran, Iran*

Received: 21 October 2022 ***Revised: 29 October 2022*** ***Accepted: 4 December 2022***

Abstract

Migration is affected by several factors, the effect of each factor is different in various parts of the world. One of these factors is drought, which can have a greater impact upon human migration in arid and semi-arid regions. Identifying the migration centers can also affect the adopted migration policies. Standardized Precipitation Index (SPI) was used to monitor the Iran's drought in the last three decades (1986-2016). First, using the frequency of dry months, the zoning map was obtained from the geographical information system (GIS). Then, the existence of spatial autocorrelation in the data was investigated using Global Moran's *I* statistics. In the next step, the Hot Spot analysis on the data of the net migration rate was done to identify the migration centers. The findings showed that the spatial pattern of occurrence of dry months during the last three decades increases from the south and southeast of Iran to the north and west. Moreover, the values of Moran's *I* for the net migration rate in the studied periods were between 0.17 and 0.45, which indicates clustering in the migration data. The hot spot analysis also showed that the centers of migration in the country are located in the center and west of the country. Comparing migration centers with the pattern of dry months of the year shows that migration centers, both in-migration and out-migration, are located in places with moderate to high zones of dry months, which can make complicated in identifying the relationship between drought and migration flows.

Keywords: Hot Spot Analysis, Migration Centers, Migration, Drought, Iran

[*] . Corresponding author: Ali Azizi E-mail: Aliazizi89@nipr.ac.ir Tel: + 989147507062

How to cite this Article: Azizi, A., & Sadeghi, R. (2023). Spatial analysis of migration and drought in Iran using hot spot analysis and standardized precipitation index. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, *12*(2), 81-100.
DOI: 10.22067/geoeh.2022.76710.1230

Geography and Environmental Hazards
Volume 12, Issue 2 - Number 46, Summer 2023
https://geoeh.um.ac.ir
https://doi.org/10.22067/geoeh.2022.76710.1230

جغرافیا و مخاطرات محیطی، سال دوازدهم، شمارۀ چهل و ششم، تابستان ۱٤۰۲، صص ۱۰۰-۸۱
مقاله پژوهشی

تحلیل فضایی مهاجرت و خشک‌سالی در کشور با استفاده از تحلیل لکه داغ و شاخص استاندارد بارش

علی عزیزی[۱]- استادیار گروه جمعیت، اقلیم و محیط‌زیست، مؤسسه تحقیقات جمعیت کشور، تهران، ایران
رسول صادقی- دانشیار جمعیت‌شناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه تهران و پژوهشگر مرکز پژوهش‌های سلامت مبتنی بر مشارکت جامعه، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱٤۰۱/۷/۲۹ تاریخ بازنگری: ۱٤۰۱/۸/۷ تاریخ تصویب: ۱٤۰۱/۹/۱۳

چکیده

مهاجرت از عوامل متعددی ناشی می‌شود که نقش هر یک از این عوامل در نقاط مختلف جهان متفاوت می‌باشد. یکی از این عوامل خشک‌سالی است که در مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌تواند تأثیر بیشتری داشته باشد. در کنار این واقعیت شناسایی نقاط کانونی مهاجرت نیز می‌تواند بر سیاست‌های اتخاذی مهاجرت مؤثر واقع شود. در مقاله پیش رو از شاخص استاندارد بارش برای پایش خشک‌سالی کشور در سه دهه اخیر (۹۵-۱۳٦۵) استفاده شد. ابتدا، با استفاده از فراوانی رخداد ماه‌های خشک سال، گستره کشور در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی پهنه‌بندی گردید. سپس وجود خودهمبستگی فضایی در داده‌ها با استفاده از شاخص جهانی موران مورد بررسی قرار گرفت. در ادامه تحلیل لکه داغ با استفاده از داده‌های میزان خالص مهاجرت در کشور صورت گرفته و کانون‌های مهاجرتی شناسایی شد. یافته‌ها نشان داد که الگوی مکانی فراوانی رخداد ماه‌های خشک سال در طی سه دهه اخیر عموماً از جنوب و جنوب شرقی کشور به سمت شمال و غرب کشور افزایشی است. همچنین مقادیر شاخص موران برای میزان خالص مهاجرت در دوره‌های مورد بررسی بین ۰.۱۷ تا ۰.٤۵ قرار داشت که نشان از خوشه‌بندی در داده‌های مهاجرت است. تحلیل لکه داغ نیز نشان داد که کانون‌های مهاجرتی در کشور در مرکز و غرب کشور قرار

---

۱ نویسنده مسئول: ۰۹۱٤۷٥۰۷۰٦۲ Email: Aliazizi89@nipr.ac.ir

نحوه ارجاع به این مقاله:

عزیزی, علی, صادقی, رسول. (۱٤۰۲). تحلیل فضایی مهاجرت و خشک‌سالی در کشور با استفاده از تحلیل لکه داغ و شاخص استاندارد بارش. جغرافیا و مخاطرات محیطی, ۱۲(۲) صص ۱۰۰-۸۱

https://doi.org/10.22067/geoeh.2022.76710.1230

دارند. تطبیق کانون‌های مهاجرتی با الگوی رخداد ماه‌های خشک سال نشان می‌دهد که کانون‌های مهاجرتی اعم از مهاجرفرست و مهاجرپذیر در نقاطی با فراوانی رخداد ماه‌های خشک متوسط تا زیاد قرار دارند که این امر بر شناسایی رابطه این دو مؤثر بوده و آن را می‌تواند پیچیده سازد.

کلیدواژه: تحلیل لکه داغ، کانون‌های مهاجرت، مهاجرت، خشک‌سالی، ایران.

۱- مقدمه

تغییرات محیطی از جمله نوسانات و تغییرات اقلیمی بر الگوهای مهاجرت انسانی تأثیر می‌گذارد (نیومان[1] و همکاران، ۲۰۱۵: فورسایت[2]، ۲۰۱۱: ادگر[3] و همکاران، ۲۰۱٤). در این رابطه محققان، مهاجرت را به‌عنوان یکی از ابزارهای بالقوه‌ای می‌بینند که از طریق آن جمعیت‌ها ممکن است با تأثیرات آتی تغییرات اقلیمی سازگار شوند (مک لمن[4]، ۲۰۱۳). شواهد زیادی وجود دارد که نشان می‌دهد مهاجران اجباری ناشی از تغییرات محیط‌زیست یک گروه کاملاً رو به رشد هستند که عمدتاً از مناطق روستایی به شهرها مهاجرت می‌کنند (رچکمر[5] و همکاران، ۲۰۱٦). با این وجود امروزه مهاجرت جمعیت‌به‌واسطه تعدد در دلایل مهاجرت و نیز ارتباطات موجود از پیچیدگی خاصی برخوردار شده است. به‌طوری که شناسایی دلایل و میزان مهاجرت به واسطه یک عامل خاص را بسیار مشکل نموده است.

متغیرهای محیط‌زیستی بخصوص در فرآیندهای مهاجرت در مناطق خشک نقش مهمی ایفاء می‌کنند. در این مناطق تغییر محیط شامل تغییرات زمانی و مکانی بارش، افزایش دفعات خشک‌سالی، کمبود طولانی‌مدت آب و تخریب زمین می‌تواند مهاجرت را به‌شدت تحت تأثیر قرار دهد (نیومان[6] و همکاران، ۲۰۱۵). خشک‌سالی یکی از بلایای طبیعی و بخش جدایی‌ناپذیر تغییرات آب‌وهوایی است که ویژگی‌های آن از قبیل شدت، مدت و بزرگی از محلی به محل دیگر تفاوت دارد. خشک‌سالی از خطرات زیانباری است که بیش از همه بر اقتصاد سکونتگاه‌های روستایی تأثیر گذاشته و ممکن است سبب تخلیه روستاها و مهاجرت دائمی گردد (کرمی نسب و شهبازی، ۱۳۹۸). در مناطق خشک، مهاجرت یک استراتژی معمول برای مقابله با تغییرات محیطی است، زیرا منابع طبیعی که بسیار حساس به آب و هوا است به‌طور گسترده معیشت جمعیت به‌ویژه جمعیت روستایی را تعیین می‌کند. برای کشاورزان و سایر خانوارهای وابسته به منابع طبیعی در کشورهای در حال توسعه، خشک‌سالی شوک منفی مهمی است که می‌تواند معیشت و رفاه خانوارها را با وجود استفاده از برنامه‌های مختلف مقابله‌ای، تضعیف کند (گری و میولر[7]،

1 Neumann et al
2 Foresight
3 Adger et al
4 McLeman
5 Rechkemmer et al
6 Neumann et al
7 Gray and Mueller

۲۰۱۲). باور بر این است که نسبت مهاجران محیط‌زیستی ممکن است در سال‌های آینده بیش از هر گروه دیگری از آوارگان و پناهندگان باشد (رچکمر[1] و همکاران، ۲۰۱۶). این واقعیت در مورد ایران نیز با توجه به اقلیم خشک و شکننده و نیز بحران‌های زیست‌محیطی بخصوص مسائل مربوط به آب، می‌تواند رخ دهد. فزونی ردپای اکولوژیک در ایران نسبت به ظرفیت زیستی آن می‌تواند از هم‌اکنون زنگ خطری بر این موضوع باشد.

هرچند در کشور ما نیز مسائل محیط زیستی فراوانی از جمله سیل، طوفان و زلزله، آلودگی آب و خاک و بیابان‌زایی می‌تواند منجر به جابه‌جایی جمعیت شود، اما مهم‌ترین مسئله با توجه به اقلیم کشور مسئله کمبود بارش یا همان خشک‌سالی است. کمبود بارش و خشک‌سالی منجر به کمبود منابع آب می‌شود که مهم‌ترین دلیل مهاجرت در مناطق خشک می‌باشد (نیومان[2] و همکاران، ۲۰۱۵). از طرف دیگر چون عمده جمعیت روستایی و همچنین جمعیت بیشتر شهرهای کشور در بخش کشاورزی مشغول بوده یا بدان وابستگی مستقیم دارند، بروز خشک‌سالی بخش عظیمی از جمعیت را نسبت به سایر مؤلفه‌های محیطی تحت تأثیر قرار می‌دهد. با کاهش فعالیت در بخش کشاورزی، گروه‌های زیادی از زارعین به سمت شهرها کوچ می‌کنند، روستاها از سکنه خالی شده و مرتباً در اطراف شهرها مناطق حلشیه‌نشینی ایجاد می‌شود که این خود مسائل و مشکلات عدیده‌ای را به وجود می‌آورد (رحمتی، ۱۳۹۰). از این‌رو، شناسایی و تحلیل عمیق، به موقع و جامع مسائل مربوط به علل و پیامدها می‌تواند به اتخاذ سیاست‌های تقلیلی و سازگارانه از جانب مسئولین امر یاری رساند. در این رابطه صادقی و شکریانی (۱۳۹۵) به تحلیل فضایی پویایی مهاجرت‌های بین شهرستانی در ایران و تبیین آن در چارچوب توسعه نابرابر و عدم تعادل‌های منطقه‌ای پرداختند. نتایج تحقیق نشان داد که شهرستان‌های ایران از سطوح متفاوت توسعه برخوردارند و سطح توسعه‌یافتگی آن‌ها ساختار فضایی داشته و به شکل خوشه‌ای توزیع شده‌اند. نتایج آزمون موران محلی نیز نشان داد که رابطه مثبت و معناداری بین میزان توسعه‌یافتگی با شدت مهاجرپذیری و رابطه منفی و معناداری میزان توسعه‌یافتگی با شدت مهاجرفرستی وجود دارد. خواجه‌زاده (۱۳۹٦) با روش ترکیبی به بررسی ارتباط بین خشک‌سالی و مهاجرت در کشور پرداخت. بدین منظور در بخش کمی شاخص استاندارد بارش با داده‌های سالانه ۱۱۰ شهرستان کشور به مدت ۳۰ سال در کنار اقلیم مناطق محاسبه و ارتباط و همبستگی آن با مهاجرت داخلی جمعیت در دوره ۹۰–۱۳۸۵ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که خشک‌سالی در مناطق اقلیمی بسیار خشک با میزان مهاجرفرستی آن مناطق همبستگی بالایی دارد ولی در سایر مناطق اقلیمی کشور معناداری خود را از دست می‌دهد. همچنین مشفق و شکفته گوهری (۱۳۹۹) به تحلیل عوامل مؤثر بر شاخص‌های مهاجرت ۱۱۸ شهرستان مرزنشین در فاصله سال‌های ۹۵–۱۳۹۰ پرداختند. در این تحقیق برای آزمون فرضیات در کنار سایر آزمون‌ها از آزمون‌های موران عمومی و الگوی فضایی بر اساس نقاط داغ و تحلیل خوشه بهره برده شد. نتایج نشان داد که میزان خالص مهاجرت تمایل به متمرکز

1 Rechkemmer et al
2 Neumann et al

شـدن در فضـا دارد. به‌طوری که تجمع فضـایی لکه‌های سـرد (مهاجرفرسـتی بیشـتر) متعلق به برخی شـهرسـتان‌های مرزنشین استان‌های اردبیل، کرمانشاه، ایلام و خراسان جنوبی می‌باشد. همچنین سگلمان[1] (۲۰۲۰) تحقیق خود را در راستای تحقق دو هدف تجزیه و تحلیل آسیب‌پذیری‌های اقلیمی با تأکید خاص بر در دسترس بودن آب و رابطه آن با مهاجرت در کشـــور کامبوج انجام داد. در این مطالعه ابتدا از ترکیبی از داده‌های کمی و کیفی برای تعیین شـــرایط سیاسی، اقتصادی و اجتماعی لازم برای تأثیر تغییر اقلیم بر مهاجرت استفاده شد. سپس از ابزار تحلیل لکه‌های داغ در سـیسـتم اطلاعات جغرافیایی برای شـناسـایی روند بارش در سـطح منطقه‌ای اسـتفاده شـده اسـت. درنهایت، مقاله از داده‌های کمی و کیفی، از جمله مصاحبه‌های گروهی متمرکز، برای تجزیه و تحلیل الگوهای مهاجرت محلی در رابطه با الگوهای بارش محلی استفاده کرده و تصویری جامع از پیوند اقلیم– مهاجرت در کامبوج ارائه نمود.

بنابراین، شناسایی و تحلیل نیرومحرکه‌های اولیه مهاجرت می‌تواند در راستای جلوگیری از مهاجرت اجباری متأثر از تغییرات محیطی بسیار راهگشا باشـد. یکی از این نیرومحرکه‌ها با توجه به وضـعیت اقلیمی کشـور، خشـک‌سـالی و کمبود بارش می‌باشـد. در این راسـتا مقاله حاضـر با اسـتفاده از شـاخص اسـتاندارد بارش و تحلیل لکه‌های داغ به دنبال بررسی رخداد فراوانی خشـکی ماهانه و انطباق آن با پدیده مهاجرت در سطح شـهرستان‌های کشـور در سه دهه اخیر است.

۲- مواد و روش

۲-۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

ایران سـرزمینی خشـک و با نزولات جوی بسـیار کم می‌باشـد. اگر میانگین سـالانه بارندگی در سطح خشـکی‌های کره زمین (حدود ۸٦۰ میلی‌متر) با متوســط بارندگی ســالیانه در ایران (تقریباً ۲۵۰ میلی‌متر) مقایســه شــود، ملاحظه می‌شــود که بارندگی در ایران حتی کمتر از یک‌ســوم متوســط بارندگی در جهان اســت. از این‌رو باید پذیرفت که خشـــکی در ایران یک واقعیت اقلیمی اســـت (علیزاده، ۱۳۸۷: دوســـتان، ۱۳۹۸). ایران در ســـال ۱۳۹۵ در حدود ۷۹۹۲٦۲۷۰ جمعیت داشت و بر طبق تقسیمات سیاسی–اداری کشور در سال ۱۳۹۵ از ۳۱ استان و ٤۲۹ شـهرستان تشکیل‌شده است (جدول ۱). طبق آماربرداری سراسری ۱۳۹۵ در حدود ٤۳۰۰۹۹۸ نفر در دوره پنج‌ساله ۹۵-۱۳۹۰ اقدام به جابجایی و مهاجرت داخلی در کشور نموده‌اند که بیش از ۵ درصد از کل جمعیت کشور را تشکیل می‌دهند (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵: محمودیان و محمودیانی، ۱۳۹۷).

---

1 Sigelmann

جدول Error! No text of specified style in document.- تقسیمات سیاسی-اداری کشور در سطح استان و شهرستان

ردیف	دوره سرشماری	تعداد استان	تعداد شهرستان	فاصله سرشماری	جمعیت
۱	۱۳۶۵-۱۳۷۵	۲۶	۲۵۲	۱۰	۶۰۰۵۵۴۸۸
۲	۱۳۷۵-۱۳۸۵	۳۰	۳۳۶	۱۰	۷۰۴۹۵۷۸۲
۳	۱۳۸۵-۱۳۹۰	۳۱	۳۹۷	۵	۷۵۱۴۹۶۶۹
۴	۱۳۹۰-۱۳۹۵	۳۱	۴۲۹	۵	۷۹۹۲۶۲۷۰

منبع: صادقی و همکاران، ۲۰۲۰[1]

۲-۲- روش انجام پژوهش

در این تحقیق از میزان خالص مهاجرت[2] برای سنجش مهاجرت در سطح شهرستان‌های کشور استفاده شد. بدین منظور داده‌های خام ماتریس مهاجرت در سطح شهرستان از سرشماری‌های نفوس و مسکن مرکز آمار ایران دریافت شد. با پردازش داده‌های مهاجرتی، میزان خالص مهاجرت در دوره‌های چهارگانه آماری در سه دهه اخیر از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵ برای هر یک از شهرستان‌های کشور محاسبه گردید.

به منظور پایش ماه‌های خشک در سطح کشور از شاخص استاندارد بارش (SPI)[3] استفاده شد. در این راستا ۶۱ ایستگاه سینوپتیک معرف با طول آماری پیوسته ۳۰ ساله و پراکنش فضایی مناسب در سطح کشور انتخاب شد. با دریافت داده‌های بارش این ایستگاه‌ها از سازمان هواشناسی کشور پردازش‌های اولیه بر روی آن‌ها صورت گرفت. در ادامه داده‌های بارش وارد نرم‌افزار MDM[4] (صالح‌نیا[5] و همکاران، ۲۰۱۷) شد. از آنجایی که در این تحقیق تنها مقادیر خشک‌سالی شاخص SPI مورد نیاز بود، فراوانی رخداد ماه‌های خشک سال برای هر ایستگاه سینوپتیک محاسبه گردید. در ادامه مقادیر خشکی ماهانه به همراه مقادیر میزان خالص مهاجرت وارد محیط GIS شد. سپس با استفاده از موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه، کل کشور با استفاده از پلیگون‌های تیسن درون‌یابی گردید. بعد از این مرحله به منظور کنکاش رابطه خشک‌سالی با مهاجرت‌های در کشور از تکنیک‌های تحلیل فضایی استفاده شد. در این رابطه ابتدا وجود خودهمبستگی[6] فضایی در داده‌های متغیر وابسته و مستقل با استفاده از شاخص جهانی موران[7] مورد بررسی قرار گرفت. از آنجایی که وجود خودهمبستگی و الگوی خوشه‌ای در داده‌ها مشهود بود، برای کنکاش رابطه خشک‌سالی و مهاجرت از تحلیل لکه‌های داغ[8] در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی استفاده شد. سپس انطباق

1 Sadeghi et al. 2020
2 Net Migeration Rate
3 Standardized Precipitation Index (SPI)
4 Meteorological Drought Monitor
5 Salehnia et al
6 Autocorrelation
7 Moran’s I
8 Hot Spot Analysis

لکه‌های داغ که در این مطالعه نشـان از کانون‌های مهاجرپذیری و نقاط سـرد که حاکی از کانون‌های مهاجرفرسـتی داشت، با الگوی فراوانی ماه‌های خشک سال در کشور برای چهار دوره متناظر با دوره‌های سرشماری مورد کنکاش قرار گرفت.

۲-۳- شاخص SPI

شـاخص SPI از جمله معروف‌ترین و شـاید پرکاربردترین شـاخص برای تعیین وقوع خشک‌سالی در یک منطقه خاص می‌باشد. این شـاخص اولین بار در سال ۱۹۹۳ از سوی مک کی و همکارانش ارائه گردید. شـاخص استاندار بارش برای محاسبه خشک‌سالی تنها به مقادیر بارش نیاز دارد که عمده‌ترین مزیت این شاخص محسوب می‌شود. به منظور محاسـبه SPI، ابتدا یک رکورد بارش بلندمدت در ایسـتگاه موردنظر به توزیع احتمال (مثلاً توزیع گاما) برازش می‌گردد، سپس به یک توزیع طبیعی تبدیل می‌شـود تا میانگین SPI صـفر شـود (مک‌کی[1] و همکاران، ۱۹۹۳: ادوارد و مک‌کی[2]، ۱۹۹۷). با توجه به صـفر بودن میانگین در توزیع نرمال در این شـاخص مقادیر مثبت SPI، میزان بارش بیش از میانگین و مقادیر منفی میزان کمتر از میانگین را نشان می‌دهند (جدول ۲). خشک‌سالی در این شاخص زمانی آغاز می‌شود که مقدار شاخص به ۱- رسیده و از آن عبور نماید و این خشک‌سالی زمانی خاتمه می‌یابد که مقدار شاخص مجدداً مثبت شود (برای مطالعه بیشتر به مک‌کی و همکاران[3]، ۱۹۹۳ مراجعه شود).

جدول ۲- طبقه‌بندی مقادیر شاخص SPI و کلاس‌های متناظر آن

ردیف	درصد از نرمال	وضعیت
۱	بزرگ‌تر یا مساوی ۲	ترسالی بسیار شدید
۲	۱.۵ تا ۱.۹۹	ترسالی شدید
۳	۱ تا ۱.٤۹	نسبتاً مرطوب
٤	-۰.۹۹ تا ۰.۹۹	نزدیک نرمال
٥	-۱ تا -۱.٤۹	نسبتاً خشک
٦	-۱.٥ تا -۱.۹۹	خشکی شدید
۷	کوچک‌تر یا مساوی ۲-	خشکی بسیار شدید

۲-٤- شاخص موران و تحلیل لکه‌های داغ

برای اسـتفاده از ابزارهای تحلیل فضـایی معمولاً آگاهی از وجود خودهمبسـتگی فضـایی در بین داده‌ها از اهمیت فراوانی برخوردار اسـت. چراکه مبنای بهره‌گیری از برخی از تحلیل‌های فضـایی همچون تحلیل لکه داغ وجود

1 McKee et al
2 Edwards and McKee
3 McKee et al

خودهمبستگی فضایی در بین مشاهدات و داده‌ها است. شاخص موران جهانی شاخصی متداول برای سنجش خودهمبستگی فضایی در رابطه با همسایگی عوارض است (ژیو[1] و همکاران، ۲۰۱۸). خودهمبستگی فضایی یعنی ارزش صفت‌های مطالعه شده خودهمبسته هستند و همبستگی آن‌ها قابل استناد به نظم جغرافیایی پدیده‌ها است (رفیعیان و زاهد، ۱۳۹۷). مقادیر شاخص موران از ۱- تا ۱ را شامل می‌شود که مبین سه حالت است. حالت اول شامل مقدار نزدیک به صفر است که این امر به منزله الگوی تصادفی قرارگیری مقادیر در کنار هم است. حالت دوم مقادیر نزدیک به ۱ می‌باشد که حاکی از الگوی خوشه‌ای مقادیر مشابه و حالت سوم نیز مقادیر نزدیک به ۱- را در بر دارد که نشان از در کنار هم قرارگیری مقادیر غیرمشابه می‌باشد.

موران جهانی می‌تواند ارتباط و خودهمبستگی فضایی کلی را شناسایی نماید. با این وجود قادر به شناسایی الگوهای محلی خوشه‌بندی نیست. از این‌رو در مواردی که خودهمبستگی فضایی محلی برای شناسایی خوشه‌بندی فضایی محلی یا «نقاط داغ[2]» مدنظر باشد، تحلیل لکه‌های داغ مفید است (انسلین[3]، ۱۹۹۵؛ ژئو[4] و همکاران، ۲۰۱۸). تحلیل لکه داغ به هر عارضه در چهارچوب عوارضی که در همسایگی آن واقع شده‌اند نگاه می‌کند. اگر عارضه‌ای مقادیر بالا و کم داشته باشد جالب و مهم است، لیکن احتمال دارد به تنهایی لکه داغ معنادار از نظر آماری نباشد. به‌عنوان مثال، برای اینکه یک عارضه لکه داغ تلقی شود و از نظر آماری معنادار نیز باشد بایستی هم خودش و هم عوارضی که در همسایگی‌اش واقع شده‌اند دارای مقادیر بالا باشند. در ادامه جمع محلی[5] یک عارضه و همسایگانش به‌طور نسبی با جمع کل عارضه‌ها مقایسه می‌شود. زمانی که جمع محلی به‌طور زیاد و غیرمنتظره‌ای از جمع محلی مورد انتظار بیشتر باشد و اختلاف به اندازه‌ای باشد که نتوان آن را در نتیجه تصادف دانست، در نتیجه امتیاز z به دست خواهد آمد. در این پژوهش از تحلیل لکه داغ (آماره گتیس–ارد جی[6]) برای شناسایی خوشه‌های فضایی میزان خالص مهاجرت بالا (نقطه داغ) و میزان خالص مهاجرت پایین (نقطه سرد) با توجه به اصل همسایگی عوارض استفاده شده است. طبق الگوریتم ابزار، آماره گتیس–ارد جی برای تمامی عارضه‌های موجود در داده‌ها محاسبه می‌شود. امتیاز Z به دست آمده از این طریق به‌صورت نقشه نشان می‌دهد که خوشه‌بندی‌های سرد (مقادیر کم) و داغ (مقادیر زیاد) در کجا شکل گرفته‌اند.

آماره Gi که برای هر عارضه موجود در داده‌ها محاسبه می‌شود نوعی امتیاز Z است. برای امتیاز Z مثبت و معنادار از نظر آماری، هرچه امتیاز Z بزرگ‌تر باشد، مقادیر بالا به میزان زیادی خوشه‌بندی شده و لکه داغ تشکیل می‌دهند. برای امتیاز Z منفی و معنادار از نظر آماری، هرچه امتیاز Z کوچک‌تر باشد به معنای خوشه‌بندی شدیدتر مقادیر پایین

1 Xu et al
2 Hotspot
3 Anselin
4 Xu et al
5 local sum
6 Getis-Orod Gi*

خواهد بود و این‌ها در حقیقت لکه‌های سرد را نشان می‌دهند (عسگری، ۱۳۹۰: ۷۵). همچنین هر یک از لکه‌های داغ و سرد سطوح مختلف با ضریب خطا و سطح اطمینان آن مشخص می‌گردد. از سوی دیگر مقادیر صفر برای آماره Z نشان می‌دهد که سطوح مربوطه از نظر آماری معنی‌دار نیست.

۳- نتایج و بحث

با توجه به روش تحقیق، خشک‌سالی برای کل کشور به مدت ۳۰ سال و با استفاده از ٦۱ ایستگاه سینوپتیک و با بهره‌گیری از شاخص SPI پایش گردید. در ادامه به منظور بررسی رابطه بین خشک‌سالی و مهاجرت جمعیت، بازه ۳۰ ساله به دو بازه ده‌ساله مطابق با دوره سرشماری ۱۳٦۵–۱۳۷۵ و ۱۳۷۵–۱۳۸۵ و نیز به دو دوره پنج‌ساله از ۱۳۸۵-۱۳۹۰ و ۱۳۹۰-۱۳۹۵ تقسیم گردید. در ادامه تعداد ماه‌هایی که در دوره‌های چهارگانه شاهد رخداد کمبودبارش (خشکی) بودند، محاسبه و وارد سیستم اطلاعات جغرافیایی شد. در این راه ابتدا نقشه‌های فراوانی خشکی ماهانه برای چهار دوره در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی ترسیم شد که در ادامه بدان اشاره شده است.

۳-۱- خشک‌سالی

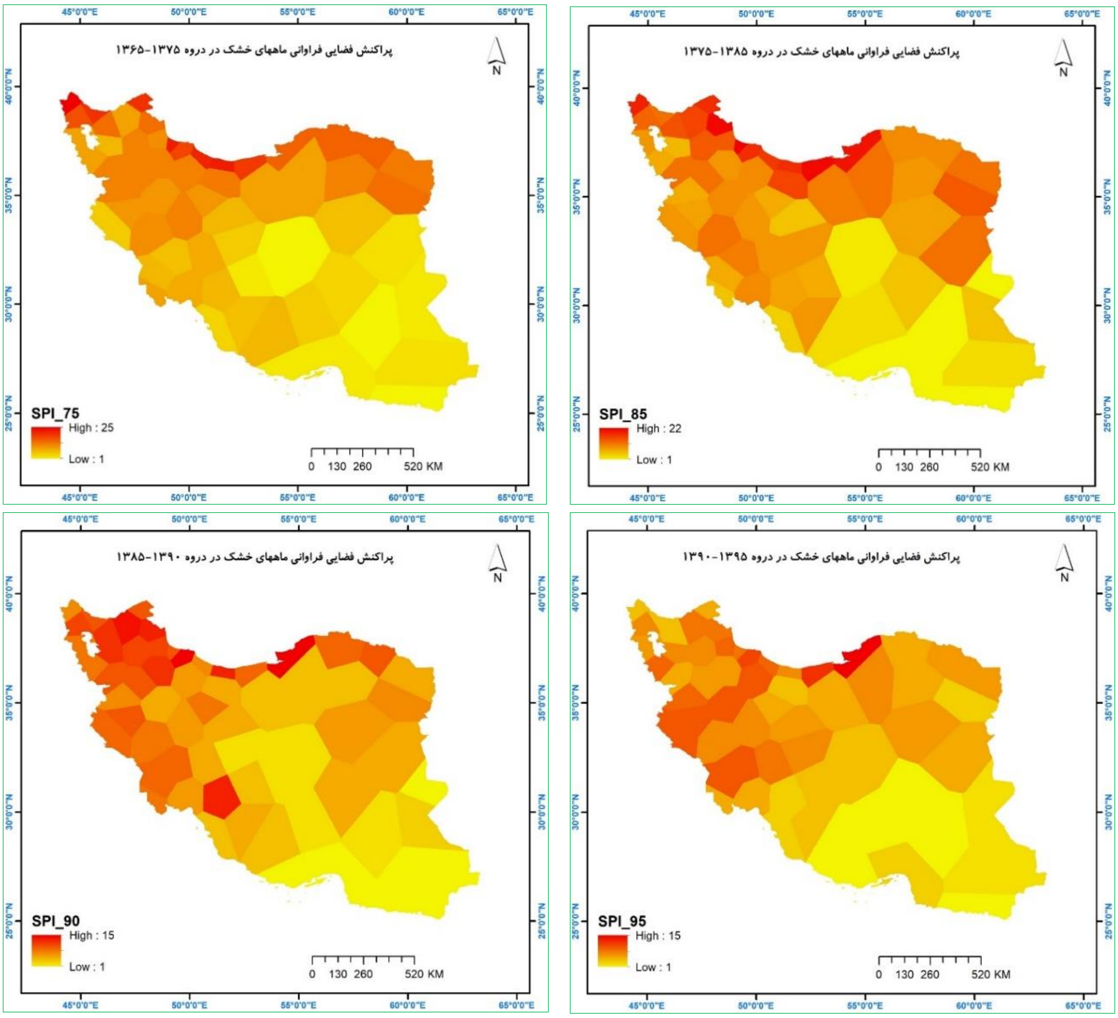
پایش رخداد فراوانی خشکی ماهانه در شکل ۱ نشان داده شده است. پراکنش رخداد خشک‌سالی در ۱۳٦۵–۱۳۷۵ نشان می‌دهد که فراوانی رخداد ماه‌های خشک سال در نیمه شمالی کشور نسبت به نیمه جنوبی آن بیشتر است. از سویی دیگر قسمت‌های غربی کشور نیز نسبت به قسمت‌های شرقی از روند مشابهی به غیر از نیمه شمال غربی برخوردار است. رخداد این امر حاکی از اقلیم خشک مناطق جنوبی نسبت به شمالی و مناطق شرقی نسبت به غربی می‌باشد. در این دوره استان‌های شمالی کشور از بیشترین رخداد فراوانی خشکی ماهانه بر طبق شاخص SPI برخوردار بودند و قسمت‌های کویری و جنوب شرقی کشور شامل استان سیستان و بلوچستان، خراسان جنوبی، جنوب کرمان یزد، شرق اصفهان و هرمزگان از مناطقی هستند که کمترین فراوانی رخداد خشکی ماهانه در آنها رخ داده است. همان‌گونه که قبلاً نیز اشاره شد این امر به معنای وجود خشک‌سالی در آن مناطق نیست بلکه متأثر از اقلیم خشک و کویری است که در اکثر ماه‌های سال در آنها بارش رخ نمی‌دهد ازاین‌رو طبق الگوریتم شاخص استاندار بارش، وضعیت آنها نرمال محاسبه می‌شود. دامنه رخداد ماه‌های با کمبود بارش در این دوره از ۱ تا ۲۵ ماه در پهنه اقلیمی کشور متغیر می‌باشد. در این دوره بیشترین رخداد ماهانه خشک‌سالی مربوط به ایستگاه سینوپتیک ماکو در آذربایجان غربی و کمترین آن مربوط به ایستگاه‌های سینوپتیک یزد، بم و چابهار می‌باشد. در کل در استان‌هایی که عمدتاً در مناطق شرق، جنوب شرق و مرکز کشور قرار دارند، فراوانی ماه‌های خشک سال کمتر بوده است.

پایش خشک‌سالی در دوره ۱۳۷۵–۱۳۸۵ تقریباً روند مشابهی را به مانند دوره ۱۳٦۵–۱۳۷۵ نشان می‌دهد. ایستگاه سینوپتیک بندر انزلی بیشترین رخداد ماهانه خشکی را در این دوره به خود اختصاص می‌دهد. ایستگاه‌های سینوپتیک

بندرلنگه، بندرعباس، بم، چابهار و زابل دارای کمترین مقدار فراوانی ماه‌های خشک‌سال هستند. دامنه رخداد خشکی ماهانه از ۱ تا ۲۲ ماه در دوره مورد بررسی متغیر می‌باشد که نسبت به دوره قبل سه ماه کمتر را نشان می‌دهد. در این دوره نسبت به دوره قبل تعداد ماه‌های خشک در قسمت شمالی افزایش داشته است. مناطق کویری کشور در جنوب غرب و مرکز نیز همچنان از فراوانی کمتری برخوردار هستند که دلیل آن در دوره قبلی ذکر شد. در این دوره خراسان جنوبی برخلاف دوره قبل از جمع استان‌های سیستان و بلوچستان، کرمان، هرمزگان، یزد و اصفهان جدا شده و ماه‌های خشک بیشتر نسبت به این استان‌ها دارد. در عوض عمده استان فارس در این دوره در کنار استان‌های با فراوانی کم ماه‌های خشک سال قرار دارد. استان اصفهان نیز بر خلاف دوره قبل کمی متفاوت‌تر از استان‌های مذکور می‌باشد و از ماه‌های خشک بیشتری برخوردار است. در روند کلی، از سمت جنوب شرق به سمت شمال غرب کشور و جنوب به سمت شمال کشور فراوانی رخداد ماه‌های خشک سال افزایشی است.

پایش خشک‌سالی دوره پنج‌ساله از ۱۳۸۵ – ۱۳۹۰ نشان می‌دهد که شمال غرب کشور در کنار نوار شمال دریای خزر و نیز نوار شمالی –جنوبی زاگرس از بیشترین رخداد خشکی ماهانه در این دوره برخوردار هستند. در این دوره تقریباً الگوی غربی– شرقی در کشور مشهود می‌باشد و عمده قسمت‌های شرقی کشور نسبت به قسمت غربی آن از خشک‌سالی ماهانه کمتری برخوردار هستند که این نمود در الگوی شمالی– جنوبی کمتر مشهود می‌باشد. دامنه کمبود بارش میانگین ماهانه و به تبع آن خشک‌سالی در این دوره بین ۱ تا ۱۵ ماه در نوسان است. در این دوره ایستگاه‌های سینوپتیک رشت و گرگان بیشترین رخداد ماهانه کمبود بارش میانگین را دارد. در مقابل ایستگاه‌های سینوپتیک بندرلنگه، ایرانشهر، بندرعباس، چابهار و زابل کمترین رخداد ماهانه کمبود بارش میانگین را دارد. استان‌های سیستان و بلوچستان، هرمزگان، قسمت‌هایی از استان‌های کرمان و یزد به مانند دوره‌های قبل کمترین ماهای خشک سال را دارند. نکته دیگر در این خصوص وجود ماهای خشک زیاد در منطقه آذربایجان می‌باشد.

پایش خشک‌سالی دوره پنج‌ساله از ۱۳۹۰-۱۳۹۵ نشان می‌دهد که در این دوره الگوی جنوبی– شمالی خشک‌سالی نمود بیشتری دارد و روند ماهای خشک سال از جنوب به شمال افزایشی است. هرچند که در این دوره به مانند دوره‌های قبل نقاط غیر یکنواختی احتمالاً متأثر از ارتفاع در الگوی مذکور مشاهده می‌گردد. دامنه نوسان خشک‌سالی ماهانه در این دوره نیز به ماند دوره قبل از ۱ تا ۱۵ ماه می‌باشد. در این دوره ایستگاه سینوپتیک گرگان از بیشترین خشکی ماهانه برخوردار بوده و در مقابل ایستگاه‌های بندرلنگه، فسا، سیرجان، بم، چابهار و کرمان کمترین میزان رخداد خشکی ماهانه را داشته‌اند. الگوی رخداد ماه‌های خشک سال در جنوب شرق کشور همچنان با سایر مناطق در کشور متفاوت است. استان‌های سیستان و بلوچستان، هرمزگان و کرمان و قسمت‌هایی از استان فارس در این الگو واقع شده‌اند.



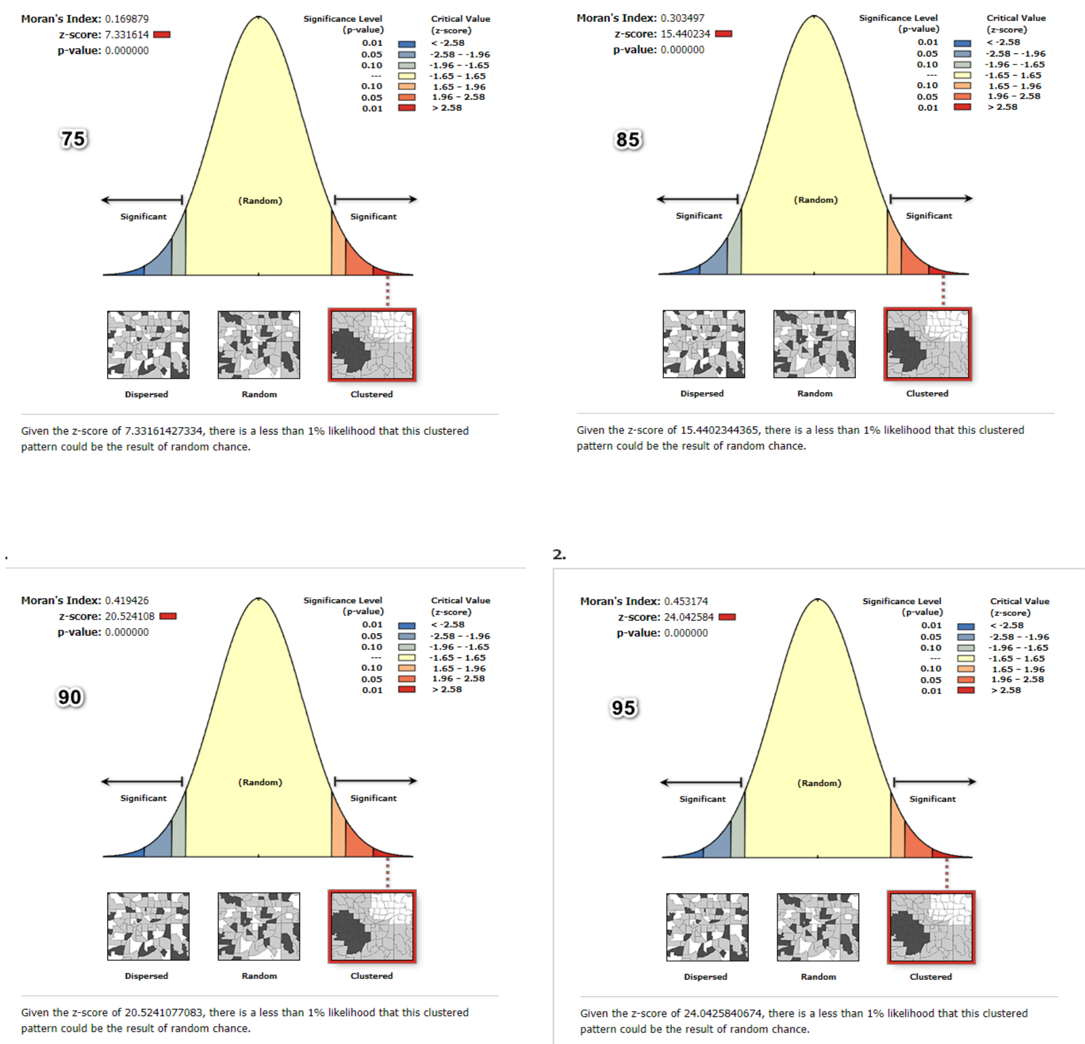
شکل ۱- پهنه‌بندی خشکی ماهانه در چهار دوره موردمطالعه از ۶۵ تا ۹۵

۳-۱-۱- تحلیل خودهمبستگی فضایی مهاجرت

طبق جدول ۳ و شکل ۲ مقادیر شاخص موران برای میزان خالص مهاجرت در دوره‌های چهارگانه مورد مطالعه بین ۰.۱۷ تا ۰.۴۵ قرار دارد که نشان از خوشه‌بندی در داده‌های مهاجرت است. در شکل مذکور الگوی خوشه‌ای با سطح اطمینان ۹۹ درصد به خوبی مشخص است. این امر نشان می‌دهد که در داده‌های میزان خالص مهاجرت در سطح شهرستان‌ها، داده‌های مشابه در کنار هم قرار دارند.

جدول ۳- اطلاعات خودهمبستگی فضایی حاصل از شاخص موران جهانی

دوره زمانی	شاخص موران	z-score	p-value	سطح اطمینان	الگو
۱۳۶۵-۱۳۷۵	۰/۱۶۹۸۷۹	۷/۳۳۱۶۱۴	۰.۰۰۰۰	۹۹	خوشه‌ای
۱۳۷۵-۱۳۸۵	۰/۳۰۳۴۹۷	۱۵/۴۴۰۲۳۴	۰.۰۰۰۰	۹۹	خوشه‌ای
۱۳۸۵-۱۳۹۰	۰/۴۱۹۴۲۶	۲۰/۵۲۴۱۰۸	۰.۰۰۰۰	۹۹	خوشه‌ای
۱۳۹۰-۱۳۹۵	۰.۴۵۳۱۷۴	۲۴.۰۴۲۵۸۷	۰.۰۰۰۰	۹۹	خوشه‌ای



شکل ۲- مقادیر شاخص موران برای شاخص میزان خالص مهاجرت

۳-۲- یافته‌های تحلیل لکه داغ مهاجرت

پس از بررسی خودهمبستگی فضایی و مشاهده نتایج آن، اقدام به اجرای ابزار فضایی لکه داغ و بررسی و تحلیل کانون‌های مهاجرپذیر و مهاجرفرست شد. در ادامه هر یک از دوره‌های چهارگانه به‌صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفته و نقشه‌ها و تحلیل‌های مربوطه ارائه شده است.

۳-۲-۱- دوره ۱۳۷۵-۱۳٦۵

تحلیل فضایی مراکز موازنه مهاجرتی با استفاده از ابزار تحلیل فضایی لکه داغ نشان می‌دهد که در این دوره تنها لکه داغ تهران و شهرستان‌های اطراف به‌عنوان مراکز جذب جمعیتی نقش ایفا می‌کنند (شکل ۳). در این قطب تمام شهرستان‌های استان تهران، شهرستان‌های ساوه، قم، کاشان، گرمسار و برخی از شهرستان‌های استان مازندران همچون آمل، بابل، نور، محمودآباد، نور، تنکابن، رامسر و نوشهر با سطح اطمینان ۹۹ درصد قرار دارند. لکه‌های سرد یا به عبارتی مراکز مهاجرفرستی را نیز می‌توان در نوار شمالی-جنوبی به موازات رشته‌کوه زاگرس و در شمال غرب کشور از استان کهکیلویه و بویراحمد تا استان اردبیل دید. در مراکز مهاجرفرستی در کل سه قطب عمده دیده می‌شود که قطب اول و بزرگ‌تر در آذربایجان قرار دارد که شامل شهرستان‌های مشگین شهر، اردبیل، خلخال، سراب، میانه، بستان‌آباد و هشترود می‌شود که با سطح ۹۹ درصد اطمینان در قلب لکه سرد واقع شده‌اند. قطب دوم شامل شهرستان‌های گچساران، بهبهان، باغملک، کهکیلویه، شوشتر، مسجدسلیمان و دزفول می‌شود که مرکزیت این قطب را دارند. درنهایت قطب سوم که کوچک‌ترین آن نیز هست تنها شهرستان دورود را به‌عنوان شهرستان اصلی با سطح اطمینان ۹۹ درصد در قلب قطب مهاجرفرست دارد.

نتایج تحلیل فضایی لکه داغ و تطابق کانون‌های مهاجرفرستی و مهاجرپذیری با نقشه فراوانی ماه‌های خشک در این دوره نشان می‌دهد که این کانون‌های مهاجرفرستی و مهاجرپذیری در قسمتی از کشور که دارای فراوانی شاخص بارش استاندارد (ماه خشک) متوسط تا زیاد هستند صورت گرفته است. شهرستان‌های استان مازندران که در قلب قطب جذب جمعیتی قرار دارند از شاخص فراوانی خشکی (SPI) زیاد برخوردار هستند. این شهرستان‌ها در اقلیم‌بندی کشور جز اقلیم پربارش تلقی می‌شوند. شهرستان‌های استان تهران نیز که مرکزیت اصلی قطب جذب جمعیتی را دارند، در مناطقی با فراوانی ماه‌های خشک متوسط واقع شده‌اند. در قطب مهاجرفرست نیز با کمی اغماض مشاهده می‌شود که سه قطب مهاجرفرست کشور در مناطقی قرار گرفته‌اند که عمدتاً فراوانی ماه‌های خشک متوسط دارند. با این اوصاف و با توجه به نتایج مشاهده می‌شود که در مناطق اقلیمی خشک کشور که به تبع از فراوانی ماه‌های خشک کمتری برخوردارند، کانونی اعم از مهاجرفرست و مهاجرپذیر مشاهده نمی‌شود.

۳-۲-۲- دوره ۱۳۸۵-۱۳۷۵

در این دوره نیز شهرستان‌های استان تهران و به تبع آن برخی از شهرستان‌های استان مازندران به مانند دوره قبل همچنان قطب مهاجرپذیری اصلی کشور محسوب می‌شوند. در این دوره تعداد شهرستان‌ها و گستره قطب مهاجرپذیر تهران افزایش و به سمت شرق گسترش یافته است. قطب دوم مهاجرپذیر نیز در جنوب کشور و به مرکزیت شهرستان لامرد و بندرلنگه شکل گرفته است. وجود قطب مرکزی و سوم با مرکزیت اصفهان از نکات جالب در این دوره می‌باشد که شامل شهرستان‌های اصفهان، یزد و تفت است. در خصوص لکه‌های سرد یا همان کانون‌های مهاجرفرست در این دوره سه کانون عمده قابل مشاهده می‌باشد. وسعت و تعداد شهرستان‌های کانون‌های مهاجرفرست از شمال به جنوب کاهشی است. در این دوره قطب آذربایجان همچنان قطب اصلی مهاجرفرستی است که در این دوره نسبت به دوره قبل بر وسعت و تعداد شهرستان‌های آن افزوده شده است. در این دوره قطب دوم در شهرستان‌های عمدتاً کردنشین غرب کشور شکل گرفته است. قطب سوم در دوره ٦٥- ۱۳۷۵ نیز قابل مشاهده بود که در این دوره نیز وجود دارد. قطب چهارم و کوچک شهرستان دورود نیز در این دوره همچنان دیده می‌شود که نشان دهنده این مطلب است که علاوه بر نقاط ترک‌نشین در شمال غرب کشور، شهرستان‌های کردنشین غرب کشور، شهرستان‌های لرنشین غرب و جنوب غرب کشور همچنان بزرگ‌ترین مراکز مهاجر فرستی در کشور هستند. نکته قالب توجه در این دوره و در خصوص قطب مهاجرفرستی وجود قطب نوظهور و ضعیف شمال شرق کشور به مرکزیت شهرستان مشهد می‌باشد. در این دوره دیده می‌شود که شهرستان‌های شرقی و جنوب شرقی کشور از کانون‌های مهاجرپذیری و مهاجرفرستی فاصله قابل توجهی دارند.

تطابق نقشه فراوانی ماهای خشک سال شاخص SPI در این دوره با تحلیل فضایی لکه داغ نشان می‌دهد که قطب تهران در مناطقی واقع شده است که عدد خشکی ماهانه آن زیاد می‌باشد. در این خصوص تنها دو قطب اصفهان و بندرلنگه در مناطق اقلمی خشک و با فراوانی خشکی ماهانه کم قرار گرفته‌اند. در قطب‌های مهاجرفرست نیز قطب آذربایجان در مناطقی با فراوانی خشکی ماهانه زیاد قرار گرفته است و به سمت جنوب این فراوانی ماهای خشک سال کمتر می‌شود. سایر قطب‌ها نیز با کمی اغماض در مناطقی از کشور که فراوانی خشکی ماهانه متوسط تا زیاد دارند، قرار گرفته‌اند. این قطب‌های مهاجرفرست عمدتاً در نقاط کوهستانی و معتدل کشور واقع شده‌اند. همانند دوره قبل شهرستان‌های شرقی و جنوب شرقی کشور از کانونی‌های مهاجرپذیری و مهاجرفرستی به دور هستند.

۳-۲-۳- دوره ۱۳۹۰-۱۳۸۵

الگوی کلی مهاجرتی دو دوره قبل در این دوره نیز قابل مشاهده می‌باشد. قطب مهاجرپذیری تهران همچنان نمود بارزی داشته و بر تعداد وسعت شهرستان‌های آن نیز افزوده شده است. قطب مرکزی اصفهان-یزد نسبت به دو دوره قبل در این دوره بارزتر قابل مشاهده است. در قطب اصفهان-یزد که در این دوره به وسعت و شهرستان‌های آن

افزوده شده، مرکزیت به سمت شهرستان‌های یزد کشیده شده است. شهرستان‌ها یزد، میبد، اشکذر و اردکان در قلب این کانون مهاجرپذیری قرار دارند. نکته قلبل توجه دیگر در خصـــوص قطب‌های مهاجرپذیری نزدیکی و اتصـــال مکانی دو قطب تهران و اصـفهان–یزد اسـت. بندرلنگه در این دوره مثل دوره قبل جزء کانون‌های اصـلی نیسـت ولی نشـــان می‌دهد که هنوز هم مهاجرپذیر اســـت. کانون نوظهور و ضـــعیف بیرجند در شـــرق کشـــور نیز در این دوره قابل‌توجه اســـت که نشـــان می‌دهد در این بخش از کشـــور کانون ضـــعیف مهاجرپذیری وجود دارد. در خصـــوص قطب‌های مهاجرفرسـت چهار قطب جداگانه قابل مشـاهده اسـت که بر خلاف دو دوره قبل بزرگ‌ترین آن در جنوب غرب کشـور قرار دارد. این مرکز کانون مهاجرفرستی همان کانون شـهرستان‌های لرنشین غرب و جنوب غرب کشـور است که در این دوره بر وسعت و تعداد شـهرستان‌های آن افزوده شـده است. سایر مراکز کانونی به موازات رشته‌کوه زاگرس کشیده شده و در قسمت شمالی به سمت دریای خزر تمایل می‌یابند. در این کانون‌ها شهرستان‌هایی با سطح ۹۹ درصد اطمینان کمتر دیده می‌شود که عبارت‌اند از قطب کرمانشاه، تکاب و مشگین شهر. مهاجرفرستی با درصد اطمینان کمتری نیز در جنوب شرق کشور دیده می‌شود که شامل شهرستان‌های جیرفت، فاریاب و ارزوئیه است.

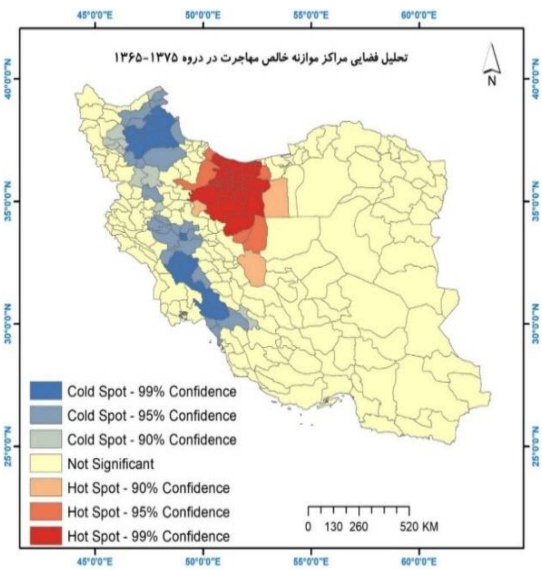
بر مبنای تحلیل فضـایی لکه داغ در تطابق با نقشـه فراوانی ماه‌های خشـک سـال حاصـل از شـاخص SPI، در این دوره مشـاهده می‌شـود که کانون اصـفهان–یزد در مناطق با فراوانی کم خشـکی ماهانه و در اقلیم خشـک کشـور واقع شـده اسـت. کانون تهران نیز در این دوره در مناطقی که عمدتاً دارای فراوانی متوسـط خشـکی ماهانه اسـت، قرار دارد. در خصـــوص کانون‌های مهاجرفرســـتی اما‌با کمی اغماض می‌توان گفت که در این دوره عمده شـــهرســـتان‌های مهاجرفرســـت در این دوره در مناطق با فراوانی متوســـط تا زیاد خشـــکی ماهانه قرار دارند که این مقدار از جنوب به سـمت شـمال افزایشـی اسـت و در کانون آذربایجان به اوج خود می‌رسـد. به مانند دو دوره قبل شـهرسـتان‌های شـرق و جنوب شرقی کشـور از کانون‌های مهاجرتی به دور هسـتند هرچند که کانون‌های ضعیف یا شبه کانون در این قسمت و در این دوره مشاهده می‌شود.

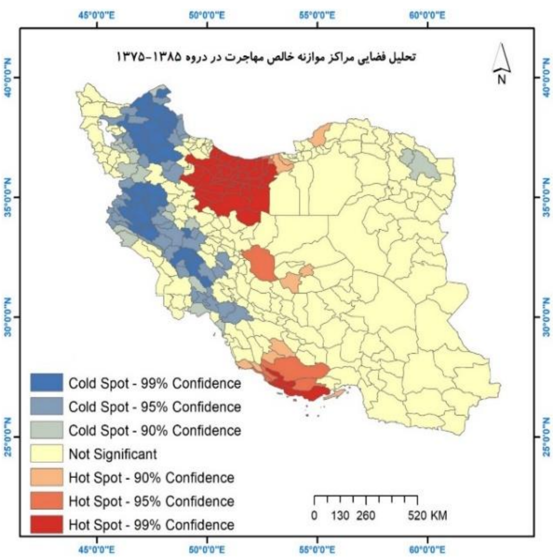
۳-۲-٤- دوره ۱۳۹۰–۱۳۹۵

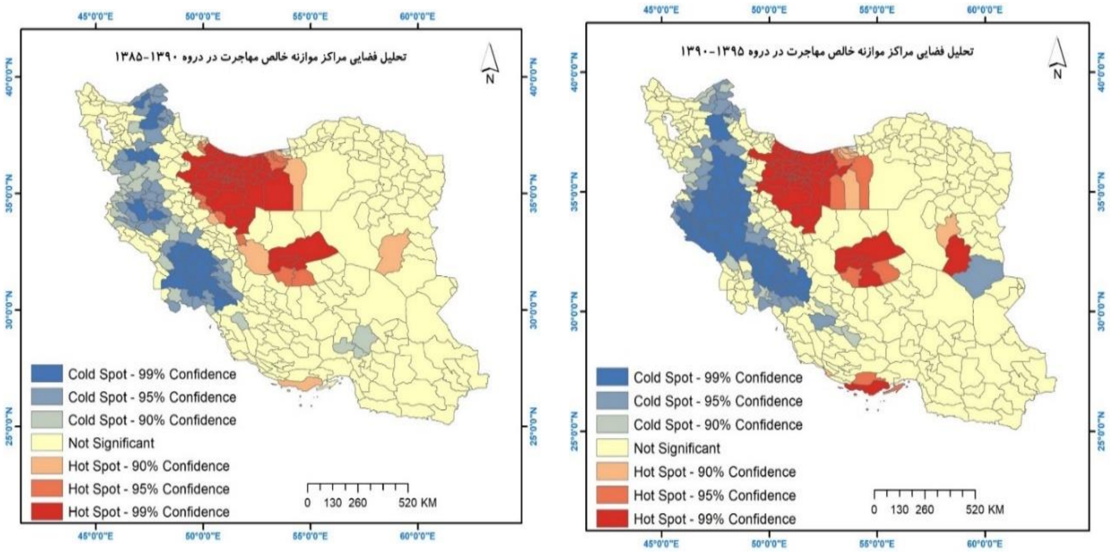
آخرین دوره مهاجرتی نیز‌به مانند ســه دوره قبلی از الگوی کانونی تقریباً مشـــابهی برخوردار می‌باشـــد. تهران همچنان کانون اصـلی جذب مهاجرت در کشـور بوده و کانون مهاجرفرسـت به موازات رشـته‌کوه زاگرس تا شـمال شـرق کشـور امتداد دارد. در این دوره کانون فلات مرکزی (کانون یزد) نمود بیشـتر و جدیدی در این دوره داشـته و نشـان می‌دهد که در این نقطه از کشـور کانون مهاجرپذیری جدیدی در حال شـکل‌گیری اسـت. این کانون از اصـفهان در دوره‌های قبل به سـمت شـهرسـتان‌های یزد کشـیده شـده اسـت و شـامل شـهرسـتان‌های یزد، اردکان، میبد، اشـکذر و مهریز می‌شـود. در جنوب کشـور و در شـهرسـتان بندرلنگه دوباره یک شـبه کانون مهاجرت‌پذیری قابل مشـاهده اسـت. کلیت کانون‌های مهاجرپذیری حاکی از وجود آن در مرکز کشـور و از شـمال به جنوب می‌باشـد. نکته اسـتثنا در این

خصوص شبه کانون شرق کشور در شهرستان خوسف است که به همراه یک کانون جدید مهاجرفرستی (شهرستان نهبندان) مشـاهده می‌شـود. در رابطه با کانون‌های مهاجرفرسـتی می‌توان مشـاهده کرد که این کانون‌ها در این دوره پیوستگی بیشتری داشته و نسبت به دوره‌های قبل به سمت غرب کشور و شهرستان‌های استان ایلام کشیده شده است و در شمال آن (شمال آذربایجان) تضعیف شده است. به‌طور کلی در این دوره نیز در شهرستان‌های نیمه شرقی کشور همچنان کانونی قابل توجهی اعم از مهاجرپذیری و مهاجر فرستی مشاهده نمی‌شود.

همچنان الگوی کلی مهاجرت با الگوی فراوانی ماه‌های خشک شاخص SPI به روال سه دوره قبل است. در این دوره اما سه کانون مهاجرپذیر یزد، خوسف و لامرد که به ترتیب در مرکز، شرق و جنوب کشور واقع شده‌اند، در مناطق اقلیمی خشک کشور و با فراوانی ماه‌های خشک کم واقع شده‌اند. کانون تهران به دلیل وسعت و شرایط توپوگرافیک آن در مناطق با فراوانی ماه‌های خشک سال کم تا زیاد گسترده شده است. در کانون اصلی مهاجرفرستی اما به دلیل وسعت و نیز شرایط توپوگرافیک منطقه، شهرستان‌های مهاجرفرست در منطقه‌ای با فراوانی ماه‌های خشک متوسط تا زیاد گسترش دارند و الگوی خاصی نمی‌توان مشاهده کرد. نکته قابل‌توجه دیگر در این الگو وجود شهرستان نهبندان به‌عنوان شهرستان مهاجرفرست در نواحی با فراوانی کم ماه‌های خشک سال است. در این دوره نیز در نیمه جنوب شرقی کشور که عمدتاً دارای فراوانی کم ماه‌های خشک است به مانند سایر دوره‌ها کانون مهاجرتی دیده نمی‌شود.







شکل ۳- کانون‌های فضایی مهاجرفرستی و مهاجرپذیری بر مبنای شاخص میزان خالص مهاجرت

٤- جمع‌بندی

یافته‌های منتج از به‌کارگیری الگوریتم SPI نشـان می‌دهد که به‌صـورت کلی فراوانی ماهانه کمبود بارش نرمال در نیمه شـمالی و شـمال غربی بیشـتر نمود دارد و بر این اسـاس می‌توان ادعا نمود که نیمه شـمالی و شـمال غرب کشـور بیشــتر در معرض رخداد ماهانه خشــک‌ســالی هســتند. لازم به یادآوری اســت که فراوانی ماهانه کمبود بارش نرمال قسمت‌های یاد شده بدان معنی نیست که در سایر نقاط کشور که عمدتاً شامل مناطق خشک و بسیار خشک اقلیمی کشور می‌باشند، خشک‌سالی کمتر است، لیکن به دلیل استفاده شاخص SPI تنها از متغیر بارش و نبود بارش در عمده ماه‌های سـال در این مناطق، فراوانی ماهانه کمبود بارش نرمال در این مناطق کمتر گزارش می‌شـود. نکته دیگر در این خصوص تطابق فراوانی کمبود بارش نرمال ماهانه متوسط تا زیاد با نواحی جمعیتی در کشور است؛ به‌طوری‌که عمده جمعیت کشـور در این نواحی سـکونت دارند. در نتیجه اگر در این مناطق خشـک‌سـالی رخ داده و روند آن افزایشـی باشد می‌تواند بخش قابل‌توجهی از جمعیت کشور و به‌تبع آن اقتصاد کشور را متأثر سازد.

نتایج تحلیل لکه‌های داغ نشان داد که قسمت‌های شمال و شمال غرب کشور که عمدتاً در تطابق با فراوانی ماهانه کمبود بارش نرمال متوسـط تا زیاد نیز اسـت، از الگوی تحرک مهاجرتی بیشـتری برخوردار هسـتند. در این خصـوص کانون مهاجرپذیری تهران که در دوره‌های چهارگانه به‌عنوان کانون اصــــلی جذب جمعیت مهاجر داخلی در ســــطح شهرستان عمل نموده در کنار کانون مهاجرفرستی غرب و شمال غرب کشور هر دو در مناطق با فراوانی ماهانه کمبود بارش نرمال متوسط تا زیاد قرار دارند. با این اوصاف هرچند با توجه به سابقه موضوع انتظار می‌رود که مناطق شرقی و جنوب شرقی کشور با توجه به اقلیم خشک از کانون‌های اصلی مهاجرفرستی متأثر از خشک‌سالی باشند ولی نتایج

تحلیل لکه داغ که این مناطق را به‌عنوان کانون شناسایی نمی‌کند، نشان می‌دهد که کانون‌های مهاجرفرست در کنار کانون‌های مهاجرپذیر در قسمت‌های شمالی و شمال غربی کشور قرار دارند. ازاین‌رو وجود کانون‌های اصلی مهاجرتی اعم از مهاجر فرست و مهاجرپذیر در یک گستره مشابه خشک‌سالی، کشف ارتباط بین خشک‌سالی و مهاجرت را به‌شدت پیچیده و سخت می‌نماید. به‌عبارتی‌دیگر به‌طور صریح نمی‌توان گفت که کانون‌ها مهاجرفرست در مناطقی با شاخص SPI زیاد یا کم قرار دارند؛ چراکه کانون‌های مهاجرپذیر نیز در همین محدوده گسترش دارند.

در پژوهش اصلی که مقاله حاضر از آن استخراج شده است، تلاش شد تا همبستگی خشکسالی و مهاجرت با روش‌های متعدد آماری سنجیده شود، اما نتایج ضعیف گزارش شد. وجود رابطه ضعیف در بین شاخص خالص مهاجرت و فراوانی خشک‌سالی ماهانه شاخص SPI از دلایل متعددی ناشی می‌شود. در این خصوص بایستی توجه کرد که هر دو متغیر به‌شدت چه از نظر زمانی و چه از نظر مکانی بسیار پویا هستند و یافتن یک روند ثابت در آن‌ها بسیار مشکل و پیچیده است. مسئله دیگر گستره اقلیمی و تنوع اقلیمی در ایران است. این امر موجب می‌شود تا مهاجرت در اقلیم‌های مختلف صورت گیرد و در کل اثر آن کمتر مشاهده شود. همچنین مهاجرت ناشی از مسائل قومیتی، فرهنگی و اقتصادی، سیاسی و اجتماعی نیز است که در کشور ایران تنوع این موارد هم تحلیل ارتباط مهاجرت با خشک‌سالی را مشکل و پیچیده می‌سازد. از نکات مؤثر دیگر در این رابطه وجود انواع خشک‌سالی است که در این تحقیق تنها خشک‌سالی هواشناسی در قالب فراوانی رخداد ماه‌های خشک مورد کنکاش قرار گرفته است. پراکنش ناهمگون شهرستان‌های مهاجرفرست و مهاجرپذیر در کشور نیز از علل عدم مشاهده رابطه قابل‌توجه در خصوص مهاجرت و خشک‌سالی است. درنهایت می‌توان عنوان نمود که در یک منطقه با خشک‌سالی یکسان شهرستان‌ها رفتارهای مختلفی از خود نشان می‌دهند. برای مثال جمعیت شهرهای کوچک یک منطقه جذب مرکز شهری همان منطقه می‌شوند. این واقعیت در تحقیقات کلان مشابه نیز عمدتاً مشاهده می‌شود؛ به‌طوری‌که اچبرگر[۱] (۲۰۲۰) در سطح قاره افریقا و خواجه‌زاده (۱۳۹٦) در ایران نیز در شناسایی ارتباط دچار مشکل می‌شوند. در تحقیق حاضر نیز تنها بُعد خشک‌سالی هواشناسی با استفاده از شاخص SPI به‌صورت ماهانه سنجیده شده است؛ بنابراین نتیجه‌گیری در خصوص اینکه آیا مهاجرت در کشور متأثر از خشک‌سالی است با روش و داده‌های مورد استفاده در این تحقیق دچار مشکل می‌شود. چراکه اگر سایر ابعاد خشک‌سالی در کنار ایستگاه‌های بیشتر لحاظ شود، احتمال دارد نتایج متفاوتی حاصل شود. همچنین مرور مبانی نظری در این تحقیق نیز نشان می‌دهد که محققین فعال در حیطه مهاجرت به پیچیدگی این امر به‌ویژه در رابطه با خشک‌سالی اذعان دارند. همچنین به نظر می‌رسد مشاهده تأثیر خشک‌سالی بر روی مهاجرت در سطح نقاط روستایی قابل‌درک‌تر باشد. ازاین‌رو پیشنهاد می‌شود که مطالعه بیشتر و جزئی‌تر در سطح کشور در خصوص ارتباط بین خشک‌سالی و مهاجرت، پیرو این تحقیق همچنان ادامه یابد.

1 Achberger

یادداشت‌ها

* این مقاله برگرفته از طرح پژوهشی با عنوان «بررسی رابطه پدیده خشکسالی با مهاجرت‌های داخلی در سه دهه اخیر در ایران» مصوب موسسه تحقیقات جمعیت کشور است.

کتابنامه

خواجه‌زاده، فائزه؛ ۱۳۹٦. *بررسی مهاجرت‌های زیست‌محیطی در ایران*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. گروه جمعیت‌شناسی. دانشکده علوم اجتماعی. دانشگاه تهران. استاد راهنما: محمد جلال عباسی شوازی.
http://utdlib.ut.ac.ir/Search/DocumentDetails/58070?HighlightWords=%D8%AE%D9%88%D8%A7%D8%AC%D9%87%20%D8%B2%D8%A7%D8%AF%D9%87%20%20

دوستان، رضا؛ ۱۳۹۸. تحلیلی بر تحقیقات خشک‌سالی در ایران. *نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی*. شماره ٦. صص ۵۳ – ۹٤. http://jsaeh.khu.ac.ir/article-1-2819-fa.html

رحمتی، لیلا؛ ۱۳۹۰. *بررسی استراتژی‌های مختلف مقابله با خشک‌سالی با تأکید بر مهاجرت از روستا به شهر در استان فارس*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه شیراز – دانشکده کشاورزی. استاد راهنما منصور زیبایی و اسماعیلی
https://azarsa.shirazu.ac.ir/faces/search/bibliographic/biblioFullView.jspx?_afPfm=1ac8xaeu97

رفیعیان، مجتبی؛ زاهد، نفیسه؛ ۱۳۹۷. تحلیل فضایی فرسودگی محله‌های شهر قم با استفاده از رگرسیون وزنی جغرافیایی. *پژوهش‌های جغرافیای برنامه‌ریزی شهری*. شماره ٦. صص ۳٦۱-۳۸۳. https://jurbangeo.ut.ac.ir/article_69176.html

صادقی، رسول. شکریانی، محسن؛ ۱۳۹۵. تحلیل نوسانات فضایی تأثیر توسعه بر مهاجرت داخلی بین شهرستانی در ایران. *توسعه محلی روستایی – شهری (توسعه روستایی)*. شماره ۸. صص ۲٤۵-۲۷۰. https://jrd.ut.ac.ir/article_63067.html

عسگری، علی؛ ۱۳۹۰. *تحلیل‌های آمار فضایی با* ArcGIS. انتشارات سازمان فناوری اطلاعات و ارتباطات شهرداری تهران.

علیزاده، امین؛ آشگر طوسی، شادی؛ ۱۳۸۷. توسعه یک مدل برای پایش و پیش بینی خشک‌سالی (مطالعه موردی استان خراسان رضوی). *علوم و صنایع کشاورزی*. شماره ۱. صص ۲۲۳-۲۳٤. https://www.sid.ir/paper/450376/fa

کرمی نسب، صدیقه؛ شهبازی، حسین رضا؛ ۱۳۹۸. نقش مخاطرات طبیعی (خشک‌سالی) در مهاجرت روستایی (بخش کردیان – شهرستان جهرم) . *جغرافیا و روابط انسانی*. شماره ۱. صص ٤۰۱-٤۱۱. https://www.gahr.ir/article_87915.html

محمودیان، حسین؛ محمودیانی، سراج الدین؛ ۱۳۹۷. بررسی وضعیت مهاجرت و شهرنشینی در ایران با تأکید بر دوره ۱۳۹۰-۹۵. پروژه همکاری صندوق جمعیت سازمان ملل و دانشگاه تهران

https://iran.unfpa.org/sites/default/files/pub-pdf/layout_-_report_on_internal_migration-v.10.pdf

مرکز آمار ایران؛ ۱۳۹۵. نتایج تفصیلی سرشماری عمومی نفوس و مسکن. https://www.amar.org.ir/

مشفق، محمود؛ شکفته گوهری، محمد؛ ۱۳۹۹. مطالعه وضعیت مهاجرت در شهرستان‌های مرزنشین ایران و اثرات سطح توسعه‌یافتگی بر آن. *فصلنامه علوم اجتماعی*. شماره ۲۷. صص ۱۰۹-۱٤٤. https://doi.org/10.22054/qjss.2020.48172.2172

Achberger CA., 2020. *Climate Change and Droughts: Effects on Migration within Africa* (Doctoral dissertation, Karl-Franzens-Universität Graz). https://unipub.uni-graz.at//obvugrhs/content/titleinfo/5288187

Adger WN, Pulhin J M, Barnett J, Dabelko GD, Hovelsrud GK, Levy M, ... & Vogel CH., 2014. Human security. Cambridge University Press. https://ore.exeter.ac.uk/repository/bitstream/handle/10871/20276/WGIIAR5-Chap12_HumanSecurity.pdf?sequence=1

Anselin L. 1995. Local indicators of spatial association—LISA. *Geographical analysis*, *27***:** 93-115. https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338.x

Edwards DC, McKee TB., 1997. Characteristics of 20th century drought in the United States at multiple time scales. *Climatology Report 97-2*, Department of Atmospheric Science, Colorado State University, Fort Collins, Colorado. http://hdl.handle.net/10217/170176

Foresight., 2011. Migration and global environmental change: Future challenges and opportunities. Final Project Report, The Government Office for Science, London. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/287717/11-1116-migration-and-global-environmental-change.pdf

Gray C, Mueller V., 2012. Drought and population mobility in rural Ethiopia. *World development*, 40: 134-145. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2011.05.023

McKee TB, Doesken NJ, Kleist J., 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, 17: 179-183. https://climate.colostate.edu/pdfs/relationshipofdroughtfrequency.pdf

McLeman R., 2013. Developments in modelling of climate change-related migration. *Climatic change*, *117*: 599-611. https://doi.org/10.1007/s10584-012-0578-2

Neumann K, Sietz D, Hilderink H, Janssen P, Kok M, van Dijk H., 2015. Environmental drivers of human migration in drylands–A spatial picture. *Applied Geography*, 56: 116-126. https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2014.11.021

Rechkemmer A, O'Connor A, Rai A, Decker Sparks JL, Mudliar P, Shultz JM., 2016. A complex social-ecological disaster: Environmentally induced forced migration. *Disaster health*, 3: 112-120. https://doi.org/10.1080/21665044.2016.1263519

Sadeghi R, Abbasi-Shavazi MJ, Shahbazin S., 2020. Internal Migration in Iran, Chapter 15, Pp.295-317. in M. Bell, A. Bernard, E. Charles-Edwards, and Y. Zhu (eds.), *Internal Migration in the Countries of Asia*, Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-44010-7_15

Salehnia N, Alizadeh A, Sanaeinejad H, Bannayan M, Zarrin A, Hoogenboom G., 2017. Estimation of meteorological drought indices based on AgMERRA precipitation data and station-observed precipitation data. Journal of arid land, 9: 797-809. https://doi.org/10.1007/s40333-017-0070-y

Sigelmann LE., 2020. Climate change and migration in Cambodia: an analysis of spatiotemporal trends in water availability and migration (Doctoral dissertation). http://dx.doi.org/10.26153/tsw/14401

Xu X, Zhao Y, Zhang X, Xia S., 2018. Identifying the impacts of social, economic, and environmental factors on population aging in the Yangtze River Delta using the geographical detector technique. Sustainability, 10: 1528. https://doi.org/10.3390/su10051528